System Engineering and Productivity/ 2024/ Vol.4/ No.2/ 47-61

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/MSB.2024.20235

Human Resource Performance Evaluation Model Using Mamdani Fuzzy Inference in a Manufacturing Company

Maryam Eslami [1*], Amir Azizi [2], Hamed Kazemipoor [3]

[1] M.Sc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

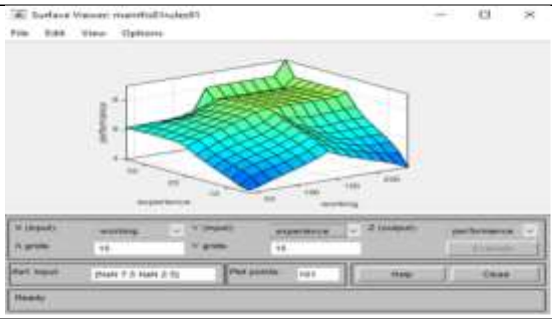
[2] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[3] Assistant Professor, Faculty of Industrial Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

HIGHLIGHTS

- Evaluating human resources performance is important to increase the productivity of organizations.
- The output of this research is the performance index.
- The fuzzy modeling method is used using MATLAB software.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Article Type: Research paper
Received: 23 July 2023
Received in revised form: 6 February 2024
Accepted: 25 May 2024
Available online: 21 June 2024
*Correspondence:
maryam.eslami@iau.ir

How to cite this article:
Eslami, M., Azizi, A., Kazemipoor, H., (2024). Human resource performance evaluation model using Mamdani fuzzy inference in a manufacturing company. *System Engineering and Productivity*. *4*(2), 47-61.

Keywords:
Modeling
Fuzzy Inference System
Human Resource Performance Evaluation
Manufacturing Company

ABSTRACT

Nowadays, considering the importance of human resources in organizations and its important role in the growth and achievement of organizational goals, many managers must have the ability to retain or hire an efficient and expert workforce, therefore, evaluating human resource performance can be very beneficial and effective in increasing the productivity of organizations. In this study, the performance of 30 employees of a door handle and accessories manufacturing company was evaluated. This study has four input variables, including experience, training hours, working hours, and absenteeism rate, and an output called performance index in fuzzy modeling was analyzed. The results of the fuzzy modeling method using Matlab 2018b software from the fuzzy method (Mamdani) showed that 3 employees with performance indices of 8.15, 7.92, and 7.91 have the highest efficiency, whose index is higher than 8 (employees 6, 25, and 30). Among them, employee 25 has the highest index with PI = 8.15, and the lowest performance index is related to employee 29, which is equal to PI = 5.66.

Publisher: University of Eyvanekey

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۳/ دوره ۴/ شماره ۲/ صفحه ۴۷-۶۱

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/MSB.2024.20235

مدل ارزیابی عملکرد نیروی انسانی با استفاده از استنتاج فازی ممدانی در یک شرکت تولیدی

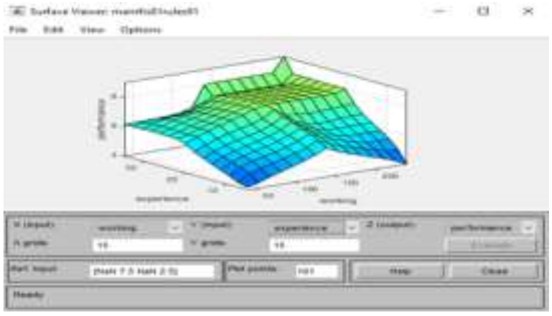
مریم اسلامی [۱*]، امیر عزیزی [۲]، حامد کاظمی پور [۳]

[۱] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۳] استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده گرافیکی



برجسته‌ها

- ارزیابی عملکرد نیروی انسانی برای افزایش بهره‌وری سازمان‌ها مهم است.
- خروجی این پژوهش شاخص عملکرد است.
- روش مدل‌سازی فازی با استفاده از نرم‌افزار متلب به کار گرفته شده است.

چکیده

امروزه با توجه به اهمیت منابع انسانی در سازمان‌ها و نقش مهم آن در رشد و تحقق اهداف سازمانی، بسیاری از مدیران می‌بایست توانایی نگهداشت و یا استخدام نیروی کارا و متخصص را داشته باشند به همین خاطر ارزیابی عملکرد نیروی انسانی می‌تواند برای افزایش بهره‌وری سازمان‌ها بسیار سودمند و اثربخش باشد. در این تحقیق عملکرد ۳۰ کارمند شرکت تولیدی دستگیره درب و لوازم جانبی، مورد ارزیابی قرارگرفته است. این پژوهش دارای چهار متغیر ورودی است که شامل: "سابقه، ساعات آموزش، ساعات کار و میزان غیبت" و یک خروجی تحت عنوان "شاخص عملکرد" در مدل‌سازی فازی، مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است که نتایج روش مدل‌سازی فازی با استفاده از نرم‌افزار Matlab 2018 b نتایج به‌دست‌آمده از روش فازی (ممدانی) نشان داد که ۳ کارمند با شاخص عملکرد ۸/۱۵، ۷/۹۲ و ۷/۹۱ بالاترین کارایی را دارند که شاخص آن‌ها بالاتر از ۸ است (کارمند ۶، ۲۵ و ۳۰) که از بین آن‌ها، کارمند ۲۵ بالاترین شاخص را PI = ۸/۱۵ با دارا می‌باشد و کمترین شاخص عملکرد مربوط است به کارمند ۲۹ که برابر است با PI = ۵/۶۶.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/ ۰۵/۰۱

بازنگری: ۱۴۰۲/ ۱۱/۱۷

پذیرش: ۱۴۰۳/ ۰۳/۰۵

ارائه برخط: ۱۴۰۳/ ۰۴/۰۱

*نویسنده مسئول:

maryam.eslami@iau.ir

کلیدواژه‌ها:

مدل‌سازی

سیستم استنتاج فازی

ارزیابی عملکرد نیروی انسانی

شرکت تولیدی

۱- مقدمه

امروزه با توجه به اهمیت منابع انسانی در سازمان‌ها و نقش آن در رشد و تحقق اهداف سازمانی، پرداختن به مبحث بهره‌وری یا عملکرد کارکنان یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیران امروزی است. بهره‌وری در درجه اول یک دیدگاه فکری است که همواره سعی دارد آنچه در حال حاضر موجود است بهبود بخشد. بهره‌وری مبتنی بر این عقیده است که انسان می‌تواند کارها و وظایفش را هرروز بهتر از روز پیش به انجام رساند. علاوه بر آن بهره‌وری مستلزم آن است که به‌طور پیوسته تلاش‌هایی برای به‌کارگیری نظریه‌ها و روش‌های جدید انجام گیرد عصر آتی نگرانی بیشتری برای بهبود روش‌های افزایش بهره‌وری می‌طلبد. در برخی زمینه‌ها این افزایش ممکن است از طریق مشارکت و همکاری به دست آید. درحالی‌که در برخی زمینه‌های دیگر افزایش بهره‌وری با تضاد قابل‌توجه و ممارست طاقت‌فرسا و خلاقیت‌های مدیریتی که عدم وجود رضایت و توافق را نشان می‌دهد حاصل شود. برای افزایش بهره‌وری احتمالاً هیچ الگوی خاصی از روابط مدیریت و کارکنان وجود ندارد و هر سازمان می‌بایست خود رأساً به الگوسازی متناسب بافرهنگ و جوسازمانی خود اقدام نماید. طی دهه‌های اخیر توجه روزافزون به چگونگی افزایش رقابت‌پذیری و سوددهی از طریق بهبود بهره‌وری، به بحث‌انگیزترین موضوع در سازمان‌ها، شرکت‌ها و حتی بنگاه‌های اقتصادی بسیار بزرگ مبدل شده است. بسیاری از پژوهشگران اذعان دارند، علی‌رغم این حقیقت که بهره‌وری یکی از حیاتی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فعالیت‌های اقتصادی و رقابت‌پذیری شناخته‌شده است و ازآنجایی‌که بهره‌وری ابعاد و عوامل مختلفی را در برمی‌گیرد و با افزایش کیفیت و بهره‌وری سازمان می‌تواند به سطح قابل قبولی از تولید، سود و سلامت سرمایه انسانی برسد به همین دلیل با به‌کارگیری مناسب‌ترین روش می‌توان به اهداف بلندمدت سازمان و صنایع در حوزه‌های متفاوت رسید. عوامل مختلفی باعث اثرگذاری بر روی عملکرد سرمایه انسانی هستند که می‌تواند کارایی سرمایه انسانی را بالا یا پایین ببرد و در درازمدت می‌تواند سبب کاهش یا افزایش بهره‌وری در سازمان‌ها شود پس مدیران سازمان‌ها می‌توانند با نگهداشت و یا استخدام نیروهای کارا باعث افزایش بهره‌وری در سازمان خودگردند. عوامل مؤثر بر عملکرد سرمایه انسانی که از طریق مرور ادبیات احمِد ایمتیاز و همکاران (Ahmed et al., 2013) استخراج شدند و مجموعاً ۲۰ مورد بوده‌اند، از طریق مصاحبه با خبرگان و روش دلفی (که به‌صورت مصاحبه با ۵ خبره بوده است) ۴ مورد از مهم‌ترین آن‌ها انتخاب‌شده است و روش امتیازدهی ۱ تا ۵ که میانگین نمره دهی خبرگان برای این ۴ مورد بین ۴ تا ۵ بوده است؛ بنابراین، ۴ عامل اثرگذار که نشان می‌دهد بهره‌وری مالی سازمان تحت تأثیر عملکرد سرمایه انسانی است. برای مدل‌سازی این مسئله با استفاده از استنتاج فازی (ممدانی)، ۴ متغیر ورودی (سابقه، ساعات آموزش، ساعات کار و غیبت) و عملکرد سرمایه انسانی به‌عنوان متغیر خروجی در این تحقیق تعیین‌شده است. دلیل استفاده از مدل‌سازی فازی- ممدانی، این است که مقادیر غیرقطعی را به اعداد فازی و درروش ممدانی، به یک عدد قطعی تبدیل می‌کند تا بتوانیم در این رابطه دقیق‌تر برای گزینش کارکنان تصمیم‌گیری کنیم (Abdelwahed & Doghan, 2023).

۲- مرور ادبیات

در پژوهش چوپان‌کاره و همکاران که به دنبال مدل‌سازی ترکیبی منطق فازی و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی خرابی ماشین‌آلات به‌منظور افزایش بهره‌وری بودند (Choopankareh et al., 2022) که نتایج به‌دست‌آمده نشان داد پیاده‌سازی شبکه فازی- عصبی و پیش‌بینی زمان خرابی ماشین‌آلات (۱۰۰ خرابی در ۱۵ ماه) سبب کاهش مدت‌زمان و هزینه تعمیرات شده است؛ بنابراین، مدت‌زمان کاری و دسترس‌پذیری ماشین‌آلات افزایش‌یافته و درنهایت سبب افزایش میزان بهره‌وری به میزان ۵۷ درصد شده است. آجارودی و همکاران (Ajaroudi et al., 2021) باهدف ارائه مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی عملکرد پرستاران بیمارستان‌ها دو عامل تعداد پزشک و تعداد کارکنان کادر پرستاری به‌عنوان نهاده و سه عامل نسبت روز بستری به تخت فعال تعداد مراجعینی سرپایی و تعداد کل اعمال جراحی به‌عنوان ستانده در نظر گرفته شدند نتایج حاصله نشان داد که بیمارستان اقبال با وزن ۰/۲۰۵ رتبه اول را کسب کرده است. بیمارستان امید با

وزن ۰/۱۷۹ رتبه دوم، بیمارستان ایرانمهر با وزن ۰/۱۶۴ رتبه سوم بیمارستان بوعلی با وزن ۰/۱۶۳ رتبه چهارم، بیمارستان ایرانشهر با رتبه ۰/۱۵۰ رتبه پنجم، بیمارستان بهمن با وزن ۰/۱۳۹ رتبه ششم را کسب کرده است (Arogundade et al., 2019). در پژوهش دنیادیده و عزیزی در ۱۳۹۹ که به دنبال مدل‌سازی سیستم استنتاج فازی برای انتخاب روش مناسب تأمین مالی مگا پروژه‌ی صنعت نفتی تحت شرایط عدم قطعیت بودند و نتایج نشان داد که در دیدگاه ریسک گریز خروجی ۰/۶۶ می‌باشد که در محدوده‌ی بیع متقابل قرار دارد و در دیدگاه ریسک‌پذیر خروجی ۰/۴۷ می‌باشد که بر اساس توابع عضویت عضو قرارداد مشارکت در تولید می‌باشد که به دلیل ریسک پایین پروژه است (Arfah & Putra, 2019). توفیقی (Tofighi, 2015) که به دنبال تأثیر موانع بهبود کارایی سرمایه انسانی بر مدیریت بهینه‌سازی منابع انسانی و کارایی کارکنان بود با به‌کارگیری از آزمون‌های همبستگی پیرسون، آزمون تی و آزمون تحلیل واریانس و رگرسیون چند متغیره و با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS و Lisrel نشان داد که مدیریت بهینه‌سازی منابع انسانی و کارایی کارکنان بر موانع بهبود کارایی و مؤلفه‌های آن تأثیرگذار است؛ یعنی با افزایش بهینه‌سازی منابع انسانی، کارایی کارکنان افزایش می‌یابد (Chompukum, 2023). نادر پور و همکاران (Naderpour et al., 2015) با هدف استفاده از منطق فازی در ارزیابی عملکرد کارایی به‌منظور دستیابی به مدل بهینه مدیریت منابع انسانی در راستای تعالی سازمانی با استفاده از روش فازی که توانایی بالایی در مدل‌سازی مسائل با عدم قطعیت و پیچیدگی بالا دارد توانستند عملکرد را به‌صورت کیفی و کمی ارزیابی و به‌منظور بهبود تصمیم‌گیری مدیریت، مدل‌سازی انجام دهند (Demirel & Çubukçu Çerasi, 2021). اسلام و پریایاه (Islam & Periaiah, 2023) با هدف غلبه بر مشکلات در کارکنان، ارزیابی عملکرد یک برنامه کاربردی حالت رتبه‌بندی تحلیلی فرآیند سلسله‌مراتب پنج معیار، یعنی خدمات، کیفیت، مالی، زمان‌بندی و کار تیمی برای ارزیابی عملکرد کارکنان به کار گرفته‌شده است. هر یک از این معیارها دارای زیرمعیارهایی هستند. کار هماهنگ، مهارت‌ها و وقت‌شناسی سه زیر معیار مهم برای ارزیابی حاضر هستند. نتیجه تمرین ارزیابی مجموعه‌ای از ۲۰ کارمند شاغل در شرکت را فراهم می‌کند نتایج نشان داد که رتبه‌بندی کلی کارکنان که امتیاز ایده‌ال هر کارمند را با توجه به بهترین کارمند نشان می‌دهد به این صورت می‌باشد (Islam & Syed Shazali, 2011): کارمند SG بالاترین امتیاز ۰/۳۶۳ پس‌ازآن PO، (۰/۳۶۰۱) SF، (۰/۳۴۸۱) VI (۰/۳۴۳۶) و کمترین امتیاز مربوط به UT، ۰/۱۵۳۰ است. نیک منش و همکاران (Nikmanesh et al., 2023) که به دنبال ارزیابی بهره‌وری کارکنان با استفاده از روش استنتاج فازی بوده‌اند و از شش نفر از کارشناسان منابع انسانی شرکت برق منطقه‌ای فارس برای شرکت در این پژوهش دعوت به عمل آمد. نتیجه نهایی که بر اساس امتیازات کارشناسان و محاسبه مدل پیشنهادی بود نشان داد که بهره‌وری کارکنان در شرکت برق منطقه‌ای فارس ۴۵/۸ درصد بوده است (Kara et al., 2011).

عبدالواحد و همکاران (Abdelwahed et al., 2023) باهدف پیش‌بینی عملکرد کارکنان از طریق رهبری تبادلی و اشتیاق کارآفرین در بین کارمندان پاکستان توانستند یک رویکرد کمی و مبتنی بر داده‌های مقطعی ایجاد کنند. درمجموع، ۳۵۶ مورد برای تجزیه‌وتحلیل نهایی اعمال‌شده است. نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنادار TLS و ETP بر EP بود؛ بنابراین، ETP به‌عنوان یک واسطه بین TLS و EP شناخته شد. یافته‌های این مطالعه کمک‌ها و پیامدهای قابل‌توجهی را برای مدیران اجرایی، کارآفرینان و مدیران ارائه می‌دهد. ادراک سبک رهبری کارکنان سهم قابل‌توجهی در ایجاد سطح بالاتری از عملکرد شغلی دارد که با هدف توسعه بهره‌وری و عملکرد کارکنان از طریق مشارکت کاری و عوامل سازمانی در یک جامعه آموزشی اهمیت فوق‌العاده WEE[1] را به‌عنوان پیش‌بینی کننده قوی EPD[2] نشان داد. علاوه بر این، عوامل سازمانی مانند MS[3]، LC[4]، WE[5] و OC[6] از شهرت بسیار خوبی برای افزایش EP در میان کارکنان HEI در عربستان سعودی برخوردار هستند (Nikmanesh et al., 2023). نتایج بیشتر نشان می‌دهد که EP برای مؤسسات برای افزایش بهره‌وری به‌خوبی قابل‌تصور است. چامپوکو (Chompukum, 2023)

[1] Work Engagement
[2] Employee Productivity
[3] Management Support
[4] Learning Culture
[5] Work Environment
[6] Organizational Commitment

اثربخشی مدیریت عملکرد در صنعت بانکداری تایلند: نگاهی از مجریان و نقش عدالت تعاملی را بررسی کرده است و نتایج این پژوهش حاکی از آن است که سازمان‌ها می‌توانند اثربخشی عملکرد درک شده کارکنان را با نشان دادن اینکه چگونه عملکرد آن‌ها با پاداش آن‌ها مرتبط است، بهبود بخشند. سرپرستان باید کاری کنند که کارکنان به‌وضوح ببینند که چگونه تلاش آن‌ها می‌تواند به پاداش منجر شود. این را می‌توان از طریق ارتباطات بین سرپرستان با کارکنان و ابزارهای مدیریت منابع انسانی که عملکرد را با پاداش‌ها مرتبط می‌کند. علاوه بر این، کارکنان همچنین از سازمان‌ها می‌خواهند که از خروجی‌های ارزیابی عملکرد برای توسعه مهارت‌های مستمر خود استفاده کنند. بازخورد نیز مهم است برای اطمینان از تأثیرات مثبت هر دو ارتباط بین پیامدها و عملکرد هدفمند و مربیگری، توسعه و اجرای ارزیابی عملکرد معتبر که قابل‌اعتماد باشد و معیارهای مورداستفاده در ارزیابی عملکرد ضروری است (Zendehdel Nobari et al., 2021). در پژوهش کارا و همکاران (Kara et al., 2022) که به دنبال انتخاب مدیر منابع انسانی بر اساس اعداد فازی و شهودی برای شرکت‌های لجستیک بودند با تعیین معیارهای مسئله انتخاب مدیر منابع انسانی برای شرکت‌های لجستیک و به‌کارگیری آن‌ها با روش‌های ترکیبی MCDM[1] و با بررسی عمیق ادبیات، ده معیار برای مسئله انتخاب مدیر منابع انسانی شرکت لجستیک تعیین‌شده است. برای وزن دهی معیارها از روش میانگین وزنی فازی شهودی IFWĂ و برای رتبه‌بندی چهار (Ajaroudi et al., 2021) مدیر کاندید از روش تحلیل تطبیقی ایده‌آل واقعی چند ویژگی فازی[3](F-MAIRCA) استفاده شده است. زنده‌دل نوبری و همکاران (Zendehdel Nobari et al., 2021) باهدف توسعه نظام ارزیابی عملکرد کارکنان در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران، رویکرد پژوهشی عملیاتی نرم و روش شناسی سیستم‌های نرم نشان دادند که توسعه مربیگری، بهینه‌سازی سیستم رتبه‌بندی توزیع اجباری و سفارشی کردن سیستم مهم‌ترین اقدامات بهبود هستند (Tofighi, 2015). در پژوهش دمیرل و چوبوکچو (Demirel & Çubukçu, 2021) که به دنبال اندازه‌گیری کارکنان بر روی منابع انسانی با منطق فازی بودند، نشان دادند که با توجه به عضویت مثلثی، رتبه‌بندی انجام شد و مشخص شد که آیا کاندیدای مناسب برای نیازهای پرسنلی وجود دارد یا خیر. افراد بسیار موفق، متوسط موفق و کمتر موفق با توجه به ضریب عضویت در بین خود رتبه‌بندی می‌شوند. در این سازمان ۵ نفر اول از بین افرادی که بسیار موفق بودند به‌عنوان کاندیدای مناسب انتخاب شدند. برای افراد با نتایج متوسط، موقعیت‌های دیگری در سامانه ثبت شد تا در نظر گرفته شود و درنهایت افراد کمتر موفق برای موقعیت‌های شرکت در نظر گرفته نمی‌شوند (Choopankareh et al., 2022). اُجوکه و همکاران (Ojokohet al., 2019) باهدف ایجاد سیستم ارزیابی عملکرد کارکنان با استفاده از منطق فازی نشان دادند که دقت سیستم پیشنهادی موردبررسی و مقایسه با روش مرسوم ارزیابی کارکنان قرار گرفت و متوجه شدند که سیستم ارزیابی در این مطالعه می‌تواند تا ۷۵٪ کارایی ارائه دهد و درنهایت، این مطالعه به‌طور عملی اثربخشی مفهوم استنتاج فازی را با استفاده از اصول مدیریت هنری فایول برای ارزیابی عملکرد کارکنان نشان داده است (Donyadideh & Azizi, 2020). در پژوهش آرفه و پوترا (Arfah & Putra, 2021) که به دنبال بررسی و تجزیه‌وتحلیل عواملی هستند که بهره‌وری کار زنان را بر اساس نژاد در صنعت غذا و نوشیدنی تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین، مشخص می‌شود که آیا تفاوت‌هایی در بهره‌وری زنان کارگر بر اساس این گروه‌های قومی وجود دارد یا خیر که این تحقیق ۱۱۴ نمونه از کارگران زن در دسته‌های مختلف صنایع غذایی و آشامیدنی در مقیاس کوچک، متوسط و بزرگ در شهر ماکاسر اندونزی با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی چندگانه و تجزیه‌وتحلیل آزمون‌های مختلف با استفاده از SPSS کمی، مورد آزمون قرار داده است. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهد که تنها فرضیه ۶ از برخی افراد وابسته حمایت نمی‌کند و سیاست‌های دولت تأثیر ناچیزی بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع بزرگ دارد، درحالی‌که بر صنایع کوچک تأثیر دارد. همچنین سطح ساعات آموزش، تعداد افراد وابسته تأثیر قابل‌توجهی ندارد، این واقعیت که تفاوت در شاخص بهره‌وری کارگران زن در یک بخش مهم با شرکت‌های کوچک و متوسط ازجمله متغیرهای

[1] Multiple criteria decision-making
[2] Intuitionistic fuzzy weighted averaging
[3] Fuzzy multi attribute ideal-real comparative analysis

سیاست‌های دولت مربوط به بیمه بازنشستگی، بیمه حوادث شغلی و بیمه سلامت مقایسه می‌شود (Naderpour et al., 2015). در پژوهش گرامی سرشت و فایک (Fayek, 2019) به دنبال بررسی عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری تجهیزات در ساخت‌وسازها بودند که با انجام نظرسنجی مصاحبه با ۳۵ نفر از کارشناسان ساخت‌وساز صنعتی آلبرتا کانادا، تأثیرگذارترین عوامل تعیین شدند و به‌منظور شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری چندعاملی[1]در فعالیت‌های وابسته به تجهیزات، عوامل، بر اساس امتیازات ارزیابی کلی آن‌ها رتبه‌بندی و مقایسه شدند. نتایج نشان دادند که دسته عامل تجهیزات و ابزار تأثیر بیشتری بر MFP فعالیت‌های تجهیزات محور نسبت به بازدهی نیروی کار[2]فعالیت‌های نیروی کار محور دارد و تأثیرگذارترین شایستگی‌های سرکارگر که بر MFP فعالیت‌های تجهیزات محور تأثیر می‌گذارند، متفاوت از آن‌هایی هستند که بر CLP فعالیت‌های نیروی کار محور تأثیر می‌گذارند (Gerami Seresht & Fayek, 2019). دهقان نیری و همکاران (Nayeri et al., 2018) توسعه مدل ارزیابی عملکرد کارکنان مبتنی بر سیستم استنتاج فازی طراحی مدل ارزیابی عملکرد دریکی از بانک‌های تجاری ایران می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از سیستم استنتاج فازی، مدلی جهت بهبود فضای قضاوتی در ارزیابی و همچنین استفاده دقیق‌تر از متغیرهای زبانی در ارزیابی فراهم گردیده است. با تحلیل سطح مابین دو شاخص مهارت‌های ارتباطی Q خدمت‌رسانی به مشتریان R، اثرگذاری روی عملکرد را نشان می‌دهد و با افزایش سطح هر یک از این دوشاخ به‌تنهایی بازدهی نزولی روی عملکرد کارکنان دارد (Nayeri et al., 2018). در پژوهش گانگ و همکاران (Gong et al., 2018) که مدل رگرسیون خطی فازی با ورودی فازی، خروجی فازی و پارامترهای واضح را در نظر گرفته است، فاصله جدیدی را بر اساس نقطه مرکزی عدد فازی مثلثی معرفی کرده است، روش حداقل مربعات را بافاصله مرکزی جدید ادغام کرده و حداقل مربعات روش فاصله مرکزی را پیشنهاد می‌کند. درنهایت، یک مثالی از عملکرد شغلی کارکنان برای نشان دادن اثربخشی و امکان‌سنجی روش آورده شده است که با استفاده از نرم‌افزار MATLAB برای محاسبه ضریب همبستگی بین متغیر پاسخ فازی و متغیر توضیحی فازی i استفاده شده است. نتیجه نشان داد که ضرایب همبستگی بدین گونه است:

$\rho(x_1,y) = 0.9399 \quad \rho(x_2,y) = 0.4590$

$\rho(x_3,y) = 0.2697 \quad \rho(x_4,y) = 0.0563$

ضریب همبستگی، ثابت کرده است که کیفیت کار و توانایی ارتباط و هماهنگی با عملکرد کاری کارکنان رابطه مثبت دارد، درحالی‌که ناتوانی در تحمل استرس شغلی و فراوانی تأخیرها رابطه منفی دارد. در انتها نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه با روش‌های موجود، محاسبه روش LSID با فرض رضایت کل خطای برآورد ساده‌تر است (Gong et al., 2018).

۳- روش تحقیق

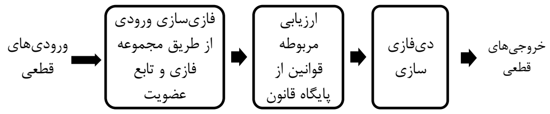
جامعه آماری این تحقیق جهت تعیین شاخص‌ها و معیارهای عملکرد کارکنان در فرآیند تولید دستگیره درب، شامل ۳۰ نیروی کار شرکت تولیدی دستگیره درب و لوازم جانبی در شرق تهران می‌باشد. پس از جمع‌آوری داده‌های موردنظر از بخش منابع انسانی شرکت تولیدی موردنظر و برگزاری جلسات متعدد با خبرگان متغیرهای ورودی و خروجی تعیین و مراحل مدل‌سازی فازی انجام می‌شود که در مرحله اول، تعیین تابع عضویت فازی، مرحله دوم در مدل‌سازی فازی برای هر یک از این معیارها سه متغیر زبانی ایجادشده است که برای ارزیابی عملکرد استفاده می‌شود. برای همه این ورودی‌ها در مدل، متغیرهای زبانی مورداستفاده "کم"، "متوسط" و "زیاد" هستند. برای خروجی به‌عنوان "شاخص عملکرد" پنج متغیر زبانی در نظر گرفته می‌شود که به‌عنوان "خیلی کم"، "کم"، "متوسط"، "زیاد" و "خیلی زیاد" نامیده می‌شوند. پس از بررسی متغیرهای زبانی، توابع عضویت مشخص‌شده و وارد جعبه‌ابزار فازی متلب می‌شوند. FIS برای متغیرهای ورودی و خروجی به‌طورکلی برای مدل پیشنهادی در شکل **۱** نشان داده‌شده است. در شکل **۲**، متغیرهای ورودی در سمت راست و متغیر خروجی در سمت چپ نشان داده‌شده است.

$$MAD = \frac{\sum|Xi - \bar{X}|}{n} \quad (۱)$$

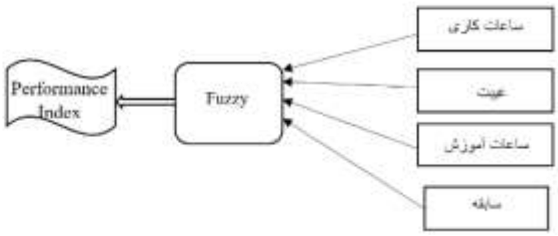
در این بخش، همان‌طور که در جدول **۱** قابل‌مشاهده است، اطلاعات جمع‌آوری‌شده کارکنان شرکت

[1] Multifactor productivity (MFP)
[2] Construction labor productivity (CLP)

موردمطالعه می‌باشد که ۳۰ کارکنان این شرکت موردمطالعه قرارگرفته است. در انتها پس از خروجی گرفتن در متلب با روش‌های مختلف دیفازی‌سازی، انتخاب کم خطاترین متد با روش MAD[1] انجام‌شده است تا دقیق‌ترین متد انتخاب شود.



شکل (۱): ورودی و خروجی کلی مدل.



شکل (۲): روش فازی با ۴ متغیر ورودی.

نمودار Pie که در شکل **۳** قابل‌مشاهده است میزان سابقه‌ی کارکنان شرکت را نمایش می‌دهد که در بازه‌های ۵ ساله طبقه‌بندی‌شده است و اکثر کارکنان باسابقه‌ای بین ۲۰ تا ۲۵ سال است و این نشان می‌دهد که این کارخانه سرمایه انسانی باسابقه‌ی بالایی را دارد. نوع تابع عضویت متغیرها در جدول **۲** ارائه شده است.



شکل (۳): طبقه‌بندی کارکنان.

۴- مدل‌سازی استنتاج فازی

۴-۱- فازی‌سازی ورودی‌ها

اولین گام، گرفتن ورودی‌ها و تعیین میزان تعلق آن‌ها به هر یک از مجموعه‌های فازی مناسب از طریق توابع عضویت است. در جعبه‌ابزار منطق فازی، ورودی همیشه یک مقدار عددی واضح است و خروجی یک درجه فازی عضویت در مجموعه زبانی واجد شرایط است. فازی شدن ورودی معادل جستجوی جدول یا ارزیابی عملکرد است.

[1] Mean Absolute Deviation

هر ورودی با استفاده از توابع عضویت واجد شرایط، فازی شده و توسط قوانین پردازش می‌شود.

- **تابع عضویت فازی**

برای هر مجموعه x، تابع عضویت مجموعه X تابعی است از X نسبت به بازه $[0,1]$توابع عضویت X بیانگر زیرمجموعه فازی X است. تابع عضویت مجموعه فازی $\tilde{A}$ معمولاً به‌صورت μ_A نمایش داده می‌شود. برای هر عنصر x از X، مقدا $\mu_A(x)$ درجه عضویت x در مجموعه فازی $\tilde{A}$ نامیده می‌شود. درجه عضویت بیانگر میزان عضویت عنصر $\mu_A(x)$ به مجموعه فازی $\tilde{A}$ است.اگر درجه عضویت یک عنصر از مجموعه برابر با صفر باشد، آن عضو کاملاً از مجموعه خارج است و اگر درجه عضویت یک عضو برابر با یک باشد، آن عضو کاملاً در مجموعه قرار دارد. تابع زیر یک تابع عضویت مثلثی می‌باشد که درجه عضویت آن بین صفر و یک است.

$$\mu(x) = \begin{cases} \dfrac{x-5}{20-5} & 5 < x \leq 20 \\ , \\ \dfrac{35-x}{35-20} & 20 < x \leq 35 \end{cases} \quad (۲)$$

- **تابع عضویت برای متغیر "ساعات آموزش"**

$$\mu(x) = \begin{cases} \dfrac{x-1}{7-1} & 1 < x \leq 7 \\ , \\ \dfrac{14-x}{14-7} & 7 < x \leq 14 \end{cases} \quad (۳)$$

- **تابع عضویت برای متغیر سابقه**

بازه‌ی سابقه بدین گونه است (۵ تا ۳۵ سال):

$$\mu(\mathrm{x}) = \begin{cases} \dfrac{\mathrm{x}-5}{20-5} & 5 < \mathrm{x} \leq 20 \\ , \\ \dfrac{35-\mathrm{x}}{35-20} & 20 < \mathrm{x} \leq 35 \end{cases} \quad (۴)$$

- **تابع عضویت برای متغیر ساعات کاری**

بازه‌ی ساعات کاری بدین گونه است (حداکثر ۲۴۰ ساعت در ماه و حداقل ۴۰ ساعت در ماه):

$$\mu(x) = \begin{cases} \dfrac{x-40}{140-40} & 40 < x \leq 40 \\ , \\ \dfrac{240-x}{240-m} & 140 < x \leq 240 \end{cases} \quad (۵)$$

- **تابع عضویت متغیر میزان غیبت**

بازه‌ی میزان غیبت: حداقل ۱ ساعت و حداکثر ۴ ساعت در ماه می‌باشد.

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{2.5-1} & 1 < x \leq 2.5 \\ , & \\ \frac{4-x}{4-2.5} & 2.5 < x \leq 4 \end{cases} \quad (۶)$$

۴-۲- طبقه‌بندی متغیرها

در این قسمت محدوده متغیرهای ورودی و خروجی تعیین می‌شود که در جدول‌های **۳** و **۴** نشان داده‌شده است.

جدول (۱): اطلاعات کارکنان (میزان غیبت ساعت در ماه است.)

شماره کارمند	سن	تحصیلات	سابقه ۵ تا ۳۵	ساعات آموزش	ساعات کاری ۴۰ تا ۲۴۰	میزان غیبت ۱ تا ۴
کارمند ۱	۶۵	سیکل	۲۵	۱۱	۲۲۵	۲
کارمند ۲	۶۳	دیپلم	۳۵	۱۰	۲۰۰	۳
کارمند ۳	۴۶	لیسانس	۲۷	۱۰	۲۰۰	۲
کارمند ۴	۴۳	دیپلم	۲۱	۶	۱۹۰	۴
کارمند ۵	۴۷	دیپلم	۲۴	۷	۲۱۰	۲
کارمند ۶	۴۱	لیسانس	۲۵	۱۲	۲۴۰	۱
کارمند ۷	۴۸	دیپلم	۲۵	۱۰	۲۲۵	۱
کارمند ۸	۴۵	دیپلم	۲۵	۷	۲۱۰	۱
کارمند ۹	۳۹	دیپلم	۲۱	۴	۱۹۰	۲
کارمند ۱۰	۴۸	سیکل	۲۸	۸	۲۳۰	۳
کارمند ۱۱	۵۰	دیپلم	۲۹	۶	۲۲۰	۳
کارمند ۱۲	۴۴	دیپلم	۲۲	۱	۴۰	۳
کارمند ۱۳	۴۴	دیپلم	۲۱	۸	۲۰۰	۴
کارمند ۱۴	۵۳	سیکل	۲۹	۶	۲۱۰	۱
کارمند ۱۵	۴۹	دیپلم	۲۸	۴	۱۶۰	۲
کارمند ۱۶	۶۳	سیکل	۳۵	۴	۲۲۰	۱
کارمند ۱۷	۴۸	لیسانس	۲۷	۹	۲۲۰	۲
کارمند ۱۸	۴۵	لیسانس	۲۵	۹	۲۲۰	۲
کارمند ۱۹	۴۶	دیپلم	۲۵	۹	۲۴۰	۲
کارمند ۲۰	۴۴	دیپلم	۲۳	۸	۲۲۰	۲
کارمند ۲۱	۵۲	دیپلم	۲۲	۱۰	۲۲۰	۱
کارمند ۲۲	۴۶	کاردانی	۲۸	۱۱	۱۶۰	۱
کارمند ۲۳	۴۴	دیپلم	۲۱	۲	۱۹۰	۲
کارمند ۲۴	۴۴	دیپلم	۲۰	۵	۲۲۰	۴
کارمند ۲۵	۴۸	لیسانس	۲۰	۱۴	۲۴۰	۲
کارمند ۲۶	۴۷	سیکل	۱۸	۵	۱۷۰	۳
کارمند ۲۷	۵۱	سیکل	۲۰	۴	۲۰۰	۳
کارمند ۲۸	۳۹	کاردانی	۱۵	۷	۲۰۵	۳
کارمند ۲۹	۴۵	دیپلم	۵	۱	۱۶۰	۴
کارمند ۳۰	۶۴	لیسانس	۲۲	۱۲	۲۴۰	۱

جدول (۲): نوع تابع عضویت متغیرها

متغیرها	نوع تابع عضویت
ساعات آموزش	مثلثی
سابقه	مثلثی
ساعات کاری	مثلثی
میزان غیبت	مثلثی

جدول (۳): طبقه‌بندی متغیرهای ورودی

سابقه		ساعات آموزش		ساعات کار		میزان غیبت	
پایین	Low	پایین	Low	پایین	Low	پایین	Low
متوسط	Medium	متوسط	Medium	متوسط	Medium	متوسط	Medium
بالا	High	بالا	High	بالا	High	بالا	High

جدول (۴): طبقه‌بندی متغیر خروجی

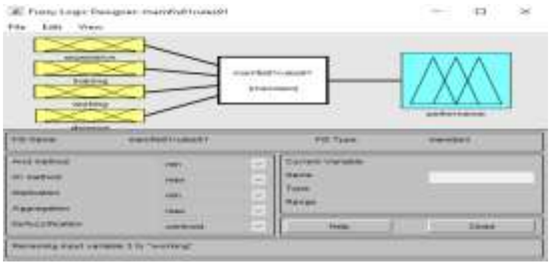
عملکرد	
خیلی پایین	Very Low
عملکرد پایین	Low
عملکرد متوسط	Medium
عملکرد بالا	High
عملکرد خیلی بالا	Very High

- **تعیین اعداد فازی برای هریک از متغیرهای زبانی**

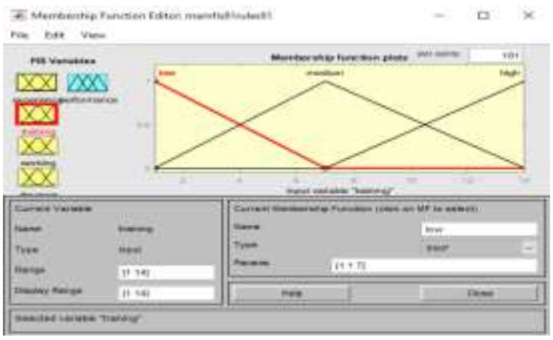
قبل از شروع مرحله فازی، به‌منظور تسهیل محاسبات فازی، متغیرهای ورودی به مقادیر صفرتا یک نرمالیز می‌شوند. فازی سازی به معنای تبدیل متغیرهای ورودی به متغیرهای زبانی است. متغیر زبانی متغیری است که ارزش آن به‌صورت صفات کمی مانند پایین، متوسط، بالا و غیره بیان می‌گردد. هر متغیر زبانی با استفاده از یک تابع عضویت صورت به یک مجموعه فازی نمایش داده می‌شود. تابع عضویت منحنی‌ای است که توابع عضویت به اشکال مختلفی ازجمله مثلثی، ذوزنقه‌ای، گوسی (نرمال) وجود دارند که در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی استفاده‌شده است. جداول زیر متغیرهای زبانی و اعداد فازی معادل آن‌ها را نشان می‌دهد.

- **تابع عضویت فازی**

نمای نرم‌افزاری مدل‌سازی فازی رویکرد ممدانی برای ۴ ورودی و یک خروجی در شکل **۴** قابل‌مشاهده است. تابع عضویت متغیرهای ورودی به صورت شکل های **۵** تا **۸** می‌باشد و تابع عضویت متغیر خروجی در شکل **۹** قابل‌مشاهده است.



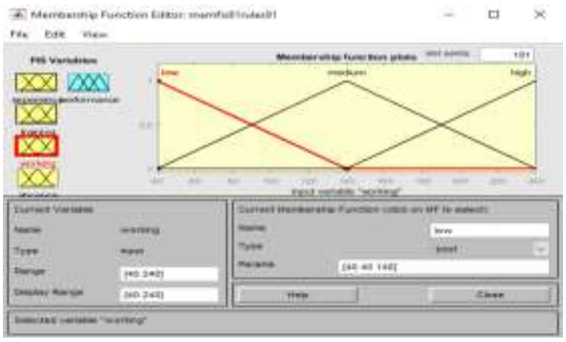
شکل (۴): متغیرهای ورودی و خروجی سیستم فازی (ممدانی).



شکل (۵): تابع عضویت متغیر ساعات آموزش.



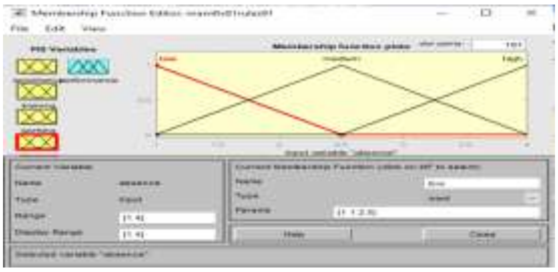
شکل (۶): تابع عضویت متغیر سابقه.



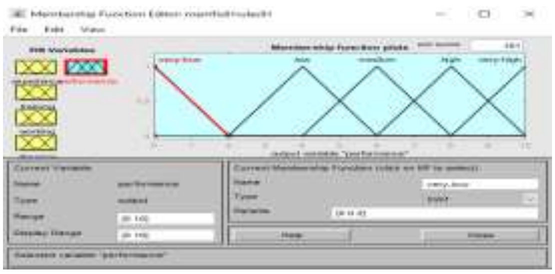
شکل(۷): تابع عضویت متغیر ساعات کار.

جدول (۴): طبقه‌بندی متغیر خروجی

عملکرد	
خیلی پایین	Very Low
عملکرد پایین	Low
عملکرد متوسط	Medium
عملکرد بالا	High
عملکرد خیلی بالا	Very High



شکل (۸): تابع عضویت متغیر غیبت.



شکل (۹): تابع عضویت متغیر خروجی عملکرد سرمایه انسانی.

در جداول **۵** و **۶** متغیرهای زبانی و اعداد فازی برای متغیرهای ورودی و خروجی قابل‌مشاهده است.

جدول (۵): متغیرهای زبانی و اعداد فازی برای ورودی‌ها

متغیرهای ورودی	متغیر زبانی	عدد فازی
سابقه	پایین	(۵، ۱۰، ۱۵)
	متوسط	(۱۵، ۲۰، ۲۵)
	بالا	(۲۵، ۳۰، ۳۵)
ساعات آموزش	پایین	(۱، ۳، ۵)
	متوسط	(۵، ۷، ۹)
	بالا	(۹، ۱۱، ۱۴)
ساعات کار	پایین	(۴۰، ۶۰، ۸۰)
	متوسط	(۸۰، ۱۱۰، ۱۶۰)
	بالا	(۱۶۰، ۲۰۰، ۲۴۰)
غیبت	پایین	(۱، ۱/۵، ۲)
	متوسط	(۲، ۲/۵، ۳)
	بالا	(۳، ۳/۵، ۴)

جدول (۶): متغیرهای زبانی و اعداد فازی برای خروجی

متغیر خروجی	متغیر زبانی	عدد فازی
عملکرد	خیلی پایین	(۰، ۰، ۲)
	پایین	(۲، ۴، ۶)
	متوسط	(۴، ۶، ۸)
	بالا	(۶، ۸، ۱۰)
	خیلی بالا	(۸، ۱۰، ۱۰)

- **تدوین قوانین استنتاج (موتور استنتاج)**

استنتاج در سیستم استنتاج فازی مبتنی بر منطق فازی است. این سیستم بر اساس قواعد اگر آنگاه بنانهاده شده است و قادر به تعیین ارتباط بین متغیرهای ورودی و خروجی با استفاده از قواعد مزبور می‌باشد و می‌توان از آن به‌عنوان یک مدل پیش‌بینی برای شرایطی که داده‌های ورودی و یا خروجی دارای عدم قطعیت بالایی باشند، متغیرهای زبانی و اعداد فازی برای متغیر خروجی استفاده نمود. قوانین برای موتور استنتاج در قسمت Rule Editor نرم‌افزار متلب وارد می‌شود مطابق شکل **۱۰** و این تحقیق دارای ۸۱ قانون می‌باشد که به‌صورت اگر آنگاه است و به‌عنوان‌مثال چند قانون به‌صورت زیر ذکرشده است:

۱) اگر میزان سابقه پایین، میزان ساعات آموزش پایین، ساعات کار کارکنان پایین و میزان غیبت بالا باشد، آنگاه عملکرد پایین است.

۲) اگر سابقه متوسط، ساعات آموزش پایین، ساعات کار پایین و میزان غیبت بالا باشد آنگاه عملکرد پایین است.

۳) اگر سابقه بالا و ساعات آموزش متوسط، ساعات کار پایین و میزان غیبت بالا باشد، آنگاه عملکرد متوسط است.

۴) اگر سابقه بالا و ساعات آموزش بالا، ساعات کار بالا و میزان غیبت پایین باشد، آنگاه عملکرد بالا است.

۵) اگر سابقه پایین و ساعات آموزش بالا، ساعات کار بالا و میزان غیبت پایین باشد، آنگاه عملکرد بالا است.



شکل (۱۰): نمای پنجره‌ی ویرایش قوانین نرم‌افزار متلب.

۵- نتایج

برای به دست آوردن خروجی ۳۰ کارمند در قالب مدل فازی مطابق معادله (۷)، کد نویسی در Command line در متلب انجام‌شده است:

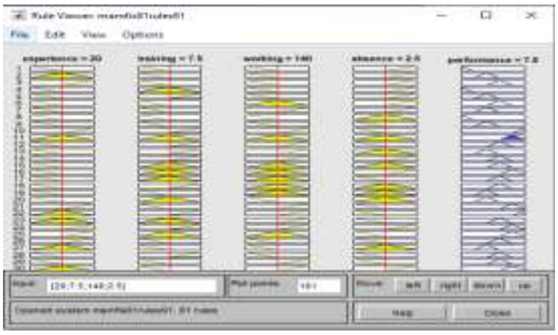
(۷)

```
>> dataTable = readtable('4inputs azar.xlsx')
input1 = dataTable.experience;
input2 = dataTable.training;
input3 = dataTable.hours_of_working;
input4 = dataTable.absence;
inputData = [input1, input2, input3, input4];
fis = readfis('mamfis81rules91.fis');
outputData = evalfis(inputData,fis);
```

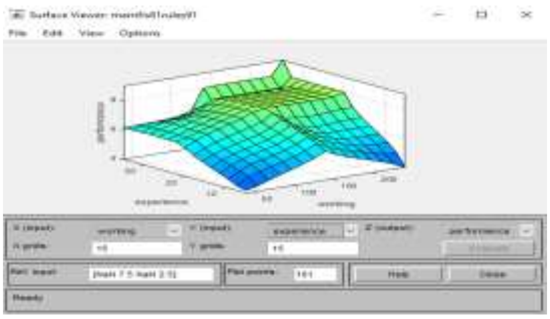
در Rule Viewer زیر (شکل **۱۱**) اگر فردی باسابقه = ۲۰، ساعات آموزش = ۷/۵، ساعات کار = ۱۴۰ و غیبت = ۲/۵ آنگاه عملکردش ۷/۸ خواهد بود که این فرد بهینه‌ترین حالت ممکن را برای عملکرد نیروی انسانی دارد.

نمودار Surface Viewer برای مدل حاضر در شکل‌های **۱۲** تا **۱۵** قابل‌مشاهده است.

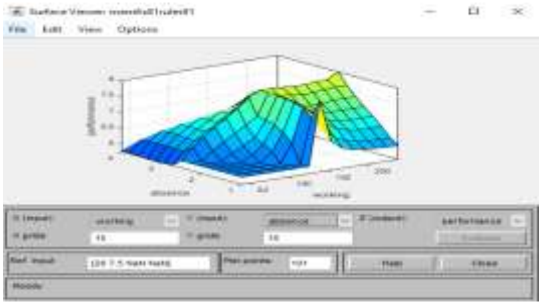
مطابق جدول **۷** نتیجه مقایسه نشان می‌دهد که روش Centriod /AndMethod(Min) دقیق‌ترین متد در نحوه فازی‌سازی و دی‌فازی‌سازی هست زیرا کمترین میانگین از روش MAD داراست و این نشان‌دهنده کم خطاترین روش را تعیین می‌کند.



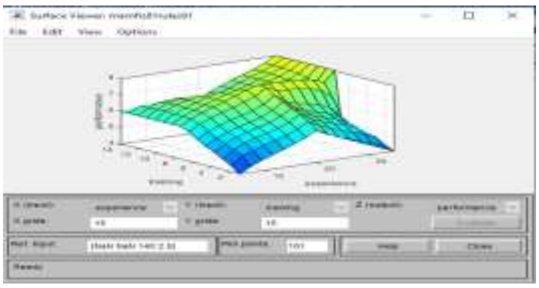
شکل (۱۱): Rule Viewer نمایی از خروجی نهایی سیستم استنتاج فازی.



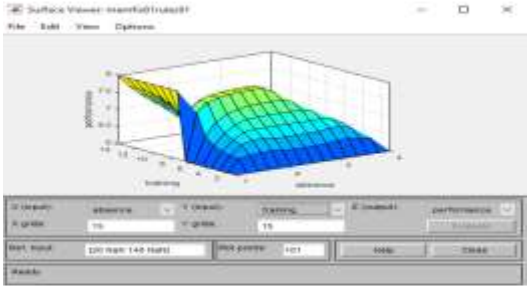
شکل (۱۲): بررسی تأثیر غیبت و ساعات کاربر عملکرد کارکنان.



شکل (۱۳): بررسی تأثیر ساعات آموزش و غیبت بر عملکرد کارکنان.



شکل (۱۴): بررسی تأثیر سابقه و ساعات آموزش بر عملکرد کارکنان.



شکل (۱۵): بررسی تأثیر سابقه و ساعات کاربر عملکرد کارکنان.

جدول (۷): مقایسه روش‌های عملگری فازی

کارمندان	Centriod/AndMethod (Min)	Bisector	MOM	AndMethod (Prod)	OrMethod (Probor)
۱	۰/۱۴	۰/۳۴	۰/۶۴	۰/۳۲	۰/۱۴
۲	۰/۱۱	۰/۳	۲/۶	۰/۱۷	۰/۱۱
۳	۰/۳	۰/۴۴	۰/۸۴	۰/۴۶	۰/۳
۴	۰/۴۷	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۶۳	۰/۴۷
۵	۰/۳۴	۰/۵۴	۰/۸۴	۰/۲۶	۰/۳۴
۶	۰/۵۱	۰/۲۴	۶۴/۱	۰/۴۴	۰/۵۱
۷	۰/۰۹	۰/۵۸	۱/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۹
۸	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۸۶	۰/۱	۰/۰۱
۹	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۸
۱۰	۰/۷۶	۰/۹۹	۱/۴۹	۰/۸۴	۰/۷۶
۱۱	۰/۳۳	۰/۲۱	۱/۰۹	۰/۱۶	۰/۳۳
۱۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
۱۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۴
۱۴	۰/۹۶	۱/۰۲	۳/۴۲	۰/۹۵	۰/۹۶
۱۵	۰/۱۵	۰/۲	۲/۲	۰/۲۸	۰/۱۵
۱۶	۰/۲۸	۰/۴	۱/۴	۰/۴۶	۰/۲۸
۱۷	۰/۸۵	۰/۶۳	۰/۳۳	۰/۸	۰/۸۵
۱۸	۰/۶	۰/۴۵	۰/۱۵	۰/۷	۰/۶
۱۹	۰/۷۶	۰/۶۱	۰/۳۱	۰/۸۶	۰/۷۶
۲۰	۰/۱	۰/۱۴	۰/۴۴	۰/۱۵	۰/۱
۲۱	۰/۲۸	۰/۷	۱/۳	۰/۳۲	۰/۲۸
۲۲	۰/۴۸	۰/۳	۱/۶	۰/۲	۰/۴۸
۲۳	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۱۱	۰/۲۲
۲۴	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۴۶	۰/۱۵	۰/۱۵
۲۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۱۹	۰/۲
۲۶	۰/۱۶	۰/۶۲	۱/۱۲	۰/۳۸	۰/۱۶
۲۷	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۹
۲۸	۰/۲۱	۰/۲۴	۱/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۱
۲۹	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۱
۳۰	۰/۳۴	۰/۴۵	۱/۷۵	۰/۳۳	۰/۳۴
AVE	۰/۳۰۵	۰/۳۸	۰/۹۸	۰/۳۳۲	۰/۳۰۵

جدول (۸): مقایسه روش‌های دی‌فازی‌سازی

روش	کارمندان	مقدار ورودی	شاخص عملکرد
Centroid	سابقه	۲۰	۷/۹
	ساعات آموزش	۷/۵	
	ساعات کاری	۱۴۰	
	میزان غیبت	۲/۵	
Bisector	سابقه	۲۰	۸
	ساعات آموزش	۷/۵	
	ساعات کاری	۱۴۰	
	میزان غیبت	۲/۵	
MOM	سابقه	۲۰	۸
	ساعات آموزش	۷/۵	
	ساعات کاری	۱۴۰	
	میزان غیبت	۲/۵	

جدول (۹): خروجی ۳۰ کارمند

کارمندان	مقدار	کارمندان	مقدار	کارمندان	مقدار	کارمندان	مقدار	کارمندان	مقدار	کارمندان	مقدار
۱	۷/۵	۶	۷/۸۵	۱۱	۶/۵۸	۱۶	۷/۸۸	۲۱	۷/۰۲	۲۶	۷/۰۴
۲	۷/۵۱	۷	۶/۹۹	۱۲	۶	۱۷	۷/۴۸	۲۲	۷/۹۲	۲۷	۶/۸۵
۳	۷/۴۶	۸	۶/۸۷	۱۳	۶/۱۴	۱۸	۷/۵۵	۲۳	۶/۶۳	۲۸	۶/۵۵
۴	۶/۴۳	۹	۶/۸۷	۱۴	۷/۵۴	۱۹	۷/۵۵	۲۴	۶/۶۱	۲۹	۵/۶۶
۵	۷/۵	۱۰	۷/۲۷	۱۵	۶/۰۵	۲۰	۷/۴۶	۲۵	۸/۱۵	۳۰	۷/۹۱

در جدول **۸** مقایسه ۳ روش متداول دی‌فازی‌سازی را با ورودی‌های یکسان نشان می‌دهد که روش Centriod با ورودی‌های سابقه کاری ۲۰، ساعات آموزش ۷/۵، ساعات کار ۱۴۰ و ساعات غیبت ۲/۵ و شاخص عملکرد ۷/۹، بهینه‌ترین حالت را برای یک کارمند نشان می‌دهد. حال با تغییر ورودی‌ها، شاخص عملکرد با روش Centriod به شرح زیر است:

کارمندی با ۲۷ سال سابقه کاری، ۱۱ ساعت آموزش، ۲۰۰ ساعت کار در ماه و ۲ ساعت غیبت در ماه دارای شاخص عملکرد (PI) ۷/۵ است. کارمند دیگری با ۱۷ سال سابقه‌ی کاری، ۲/۵ ساعت آموزش، ۱۶۰ ساعت کار در ماه و ۴ ساعت غیبت در ماه دارای شاخص عملکرد (PI) ۶ است. در جدول **۹** خروجی ۳۰ کارمند شرکت موردمطالعه قابل‌مشاهده است که بالاترین عملکرد نیروی انسانی متعلق است به کارمند ۲۵، ۲۲ و ۳۰ که ترتیب ۸/۱۵، ۷/۹۲ و ۷/۹۱ است و پایین‌ترین عملکرد متعلق است به کارمند ۲۹، ۱۵ و ۱۳ که به ترتیب برابر است با ۵/۶۶، ۶/۰۵ و ۶/۱۴. در جدول **۹** مقایسه ۳ روش متداول دی‌فازی‌سازی را با ورودی‌های یکسان نشان می‌دهد که روش Centriod با ورودی‌های سابقه کاری ۲۰، ساعات آموزش ۷/۵، ساعات کار ۱۴۰ و ساعات غیبت ۲/۵ و شاخص عملکرد ۷/۹، بهینه‌ترین حالت را برای یک کارمند نشان می‌دهد. حال با تغییر ورودی‌ها، شاخص عملکرد با روش Centriod به شرح زیر است:

کارمندی با ۲۷ سال سابقه کاری، ۱۱ ساعت آموزش، ۲۰۰ ساعت کار درماه و ۲ ساعت غیبت در ماه دارای شاخص عملکرد (PI) ۷/۵ است. کارمند دیگری با ۱۷ سال سابقه کاری، ۲/۵ ساعت آموزش، ۱۶۰ ساعت کار درماه و ۴ ساعت غیبت در ماه دارای شاخص عملکرد (PI) ۶ است.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق که از یک مدل استنتاج فازی برای تحلیل عملکرد کارکنان یک کارخانه تولیدی استفاده‌شده است و

عملکرد ۳۰ کارمند شرکت موردمطالعه مورد ارزیابی قرارگرفته است و ۴ متغیر سابقه، ساعات آموزش، ساعات کار و میزان غیبت به‌عنوان ورودی و شاخص عملکرد به‌عنوان خروجی در مدل‌سازی فازی مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است که نتایج به‌دست‌آمده از روش فازی (ممدانی) که با متدهای فازی‌سازی و فازی زدایی مختلف اعم از Bisector, MOM, Centriod استفاده شد و متد Centriod بهینه‌ترین حالت است و در ادامه نتایج نشان داد که ۳ کارمند با شاخص عملکرد ۸/۱۵، ۷/۹۲ و ۷/۹۱ بالاترین شاخص عملکرد رادارند از بین آن‌ها، کارمند ۲۵ بالاترین شاخص را با PI = ۸/۱۵ دارا هست و نشان‌دهنده‌ی این است که این کارمند ازلحاظ سابقه، ساعات آموزش، ساعات کار و غیبت در بهترین سطح قرارداد و لذا کاراترین فرد شناخته‌شده است و مدیران با بهره‌گیری از این شیوه می‌توانند هرماه پاداش و مزایای ویژه‌ای برای این اشخاص قرار دهند و یا در زمان استخدام برترین افراد را جذب کنند. تحقیق حاضر در مقایسه با تحقیق چوپان کاری و همکاران (Choopankareh et al., 2022)، دنیادیده و عزیزی (Donyadideh & Azizi, 2020)، نیک منش و همکاران (Nikmanesh et al., 2023) و نادر پور و همکاران (Naderpour et al., 2015) نشان داد که با روش استنتاج فازی می‌توان به‌خوبی پیش‌بینی و تصمیم‌گیری مربوطه را انجام داد تا درنهایت بتوان سبب افزایش بهره‌وری درراستای تعالی سازمان شد. نتایج تحقیق حاضر در مقایسه با تحقیق اجارودی و همکاران (Ajaroudi et al., 2021) و عبدالواحد و الدوغان (Abdelwahed & Doghan, 2023) نشان داد که برای تشخیص عملکرد کارکنان کارا از کارکنان نا کارا، ارزیابی عملکرد بهترین گزینه است که ازین لحاظ با یافته‌های پیشین هم سو می‌باشد. در تحقیق ایمتیاز و همکاران (Ahmed et al., 2013) و ارفه وپوترا (Arfah & Putra, 2019) متغیر ساعات آموزش از عوامل اثرگذار در عملکرد پرسنل بوده است که در تحقیق حاضر هم صدق می‌کند و هم‌جهت با یافته‌های آنان بوده است.

۷- مراجع

Abdelwahed, N. A. A. & Doghan, M. A. A. (2023). Developing employee productivity and performance through work engagement and organizational factors in an educational society. Societies, 13(3), 65. DOI: https://doi.org/10.3390/soc13030065

Abdelwahed, N. A. Soomro, B. A., & Shah, N. (2023). Predicting employee performance through transactional leadership and entrepreneur's passion among the employees of Pakistan. *Asia Pacific Management Review*, 28(1), 60-68. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2022.03.001

Ahmed, I., Sultana, I., Paul, S. K., & Azeem, A. (2013). Employee performance evaluation: A fuzzy approach. International Journal of Productivity and Performance Management, 62(7), 718-734. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2013-0013

Ajaroudi, R., Rahmani Parchkolaei, B., Behzadi, M. H., & Azizi, A. (2021). Presenting a hybrid model of data envelopment analysis and hierarchical analysis for evaluating the performance of hospital nurses. 8th National Congress on New Findings in Management and Industrial Engineering with an Emphasis on Competitiveness and Intelligence.

Arogundade, O., Ojokoh, B., Asogbon, M., Samuel, O., & Adeniyi, B. (2019). Fuzzy-driven decision support system for enhanced employee performance appraisal. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 11, 17-30. DOI: https://doi.org/10.4018/IJHCITP.2020010102

Arfah, A., & Putra, A. H. P. K. (2019). Analysis of productivity and distribution of female workers in FB's industries. *Journal of Distribution Science*, 17(3), 31-39. DOI: https://doi.org/10.15722/JDS.17.3.201903.31

Chompukum, P. (2023). Performance management effectiveness in Thai banking industry: A look from performers and a role of interactional justice. *Journal of International Business and Cultural Studies*. DOI: https://doi.org/1180.4511/007.2023

Choopankareh, P., Azizi, A., & Arshadi, M. J. (2022). Hybrid modeling of fuzzy logic and artificial neural network for predicting machine failure to increase productivity. *Journal of Quality Engineering and Management*, 12(1), 5. DOI: https://doi.org/20.1001.1.23221305.1401.12.1.5.5

Demirel, Z., & Çubukçu Çerasi, C. (2021). Measurement of employees on human resources with fuzzy logic. EMAJ: Emerging Markets Journal, 11, 1-7. DOI: https://doi.org/10.5195/emaj.2021.226

Donyadideh, Z., & Azizi, A. (2020). Fuzzy inference system modeling for selecting the appropriate financing method for oil industry megaprojects under uncertainty. *International Conference on Quantitative Models and Techniques in Management*. DOI: https://civilica.com/doc/1036176/

Gerami Seresht, N., & Fayek, A. R. (2019). Factors influencing multifactor productivity of equipment-intensive activities. International Journal of Productivity and Performance Management, 69(9),

2021-2045. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2018-0250

Gong, Y., Yang, S., Ma, H., & Ge, M. (2018). Fuzzy regression model based on incentre distance and application to employee performance evaluation. *International Journal of Fuzzy Systems*, 20, 2632-2639. DOI: https://doi.org/10.1007/s40815-018-0536-x

Islam, S., & Syed Shazali, S. T. (2011). Determinants of manufacturing productivity: Pilot study on labor-intensive industries. International *Journal of Productivity and Performance Management*, 60(6), 567-582. DOI: https://doi.org/10.1108/17410401111150751

Kara, K., Edinsel, S., & Yalçın, G. C. (2022). Human resources manager selection based on fuzzy and intuitionistic fuzzy numbers for logistics companies. Mersin University Journal of Maritime and Logistics Research, 4(2), 254-286. DOI: https://doi.org/10.54410/denlojad.1211835

Naderpour, A., Abbasi, M., Hamzeh, M., Haji Aghabozorgi, H., & Pourrostam, T. (2015). Using fuzzy logic in employee performance evaluation to achieve an optimal human resource management model for organizational excellence. *International Conference on Modern Achievements in Civil Engineering, Architecture, Environment, and Urban Management*. DOI: https://sid.ir/paper/823005/fa

Nayeri, M., Alinasab, F., Khazaei, M., & Sohrabi, M. (2018). A model on employee performance evaluation based on the fuzzy inference system. Retrieved from. DOI: http://dx.doi.org/3456.7889.IJPPM.2234.123

Nikmanesh, M., Feili, A., & Sorooshian, S. (2023). Employee productivity assessment using fuzzy inference system. *Information*, 14(7), 423. DOI: https://doi.org/10.3390/info14070423

Tofighi, S. (2015). The impact of barriers to improving human capital efficiency on optimal human resource management and employee efficiency. Master's Thesis, Business Administration, Islamic Azad University.

Zendehdel Nobari, B., Gholipour, A., Ebrahimi, E., & Shoja, A. (2021). Employee performance appraisal system development in the National Library and Archives of Iran (NLAI): Soft operational research approach. Performance Measurement and Metrics. DOI: https://doi.org/10.1108/PMM-09-2020-0050